

Édito

Qu'est ce que le CSRPN?

Le Conseil Scientifique du PNRG, que nous vous avons présenté dans la précédente lettre d'information, fait partie des conseils scientifiques de Guyane. Nous vous proposons dans ce second numéro, de vous présenter le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN).

Ce conseil est institué dans chaque Région française. Il est constitué de spécialistes désignés *intuitu personae* pour leurs compétences scientifiques, qu'ils exercent en particulier dans les universités, les organismes de recherche, les sociétés savantes, ou les muséums régionaux. Le CSRPN couvre toutes les disciplines des sciences de la vie et de la terre liées aux milieux terrestres, fluviaux et marins. Ses membres sont nommés par arrêté du préfet de Région après avis de la Collectivité Territoriale de Guyane (CTG).

Un décret en Conseil d'Etat définit sa composition, ses domaines d'intervention et précise les conditions dans lesquelles il est saisi. Le CSRPN se réunit à la demande du préfet de région ou du président de Région, en Corse, du président de la collectivité territoriale, en Guyane de la Collectivité Territoriale de Guyane et en Martinique de la Collectivité Territoriale de Martinique. L'article R. 211-21 du Code de l'Environnement, prévoit également la possibilité d'une auto-saisine à la demande d'au moins la moitié de ses membres. Cette instance doit également pouvoir être consultée, si besoin, par les collectivités territoriales autres que la CTG.

En Guyane le CSRPN sera renouvelé le 20 novembre 2018 pour les 5 prochaines années.

Ses principales missions sont la réalisation et la validation des listes d'espèces sensibles, protégées ou invasives... et de donner un avis sur les demandes d'autorisation d'actions dans les aires protégées (prélèvement d'espèces, aménagement impliquant un impact sur l'environnement...)

Une mission qui permet d'allier protection et connaissance de la biodiversité et développement durable du territoire.

Dans ce second numéro de la Lettre du Conseil Scientifique du PNRG, nous vous invitons à découvrir le Cacao.

Ghislaine PREVOT & Pascal GOMBAULD
Membres du CSRPN Guyane

Présidente du PNRG : Hélène SIRDER
Directeur : Pascal GOMBAULD

Actualités

Séminaire du LabEx CEBA

Les 1er et 2nd octobre dernier s'est déroulé le séminaire annuel du Laboratoire d'Excellence du Centre d'Etude de la Biodiversité Amazonienne. Ce groupe de recherche associant plusieurs dizaines de chercheurs internationaux et laboratoire de recherche, axe ses études sur différentes thématiques liées à la biodiversité en Guyane : Ecologie, Biologie, Santé, Sciences sociales, Archéologie, Ethnologie...

Au total ce sont près de 186 participants d'horizons divers (Unités de recherche, financeurs, administrations, associations...) qui se sont réunis lors de ce séminaire qui s'est déroulé à l'Université de Guyane.

Ce fut l'occasion de revenir sur les différents projets de recherche qui se sont déroulés sur cette première période du CEBA : projet Longtime sur les anciennes occupations humaines, les relations entre espèces vivantes dites interspécifiques, la télédétection, le suivi des écosystèmes côtiers, l'Observatoire Homme - Milieu de l'Oyapock (OHM) et bien d'autres sujets.

Un temps d'échange entre les chercheurs, les associations et gestionnaires d'espaces naturels a également eu lieu afin de préciser pour les gestionnaires leurs attentes du monde la recherche et pour les chercheurs de mieux comprendre la meilleure manière de satisfaire les gestionnaires d'espaces naturels, ces derniers étant souvent utilisés comme support de recherche.

Enfin une présentation des thématiques retenues pour le futur Labex 2.0 telles qu'a eu lieu :

L'observation des changements de la biodiversité, l'histoire de la biodiversité, la santé et l'environnement, la réponse de la biodiversité au changement climatique, la synthèse des données de la biodiversité et la mise en place de scénario et enfin le lien Science-Société.

Plus d'informations sur : www.labex-ceba.fr

Directeur exécutif : **Annaïg LE GUEN** (CNRS)

Directeur scientifique : **Jérôme CHAVE** (EDB)

Le projet GUYAFRUIT du Réseau d'Initiative et de Transfert Agricole (RITA)

Dans le cadre du RITA (Réseau d'initiative et de Transfert Agricole), le CIRAD anime le Projet GUYAFRUIT qui développe ses activités autour des ananas, des bananes et les agrumes.

Ce projet ambitionne d'apporter une plus grande diversité pour les consommateurs et de proposer aux producteurs des alternatives à l'utilisation de pesticides. C'est ainsi que de nouvelles variétés d'ananas et de bananes ont été introduites et testées sur la station de la Pointe Combi à Sinnamary.

Des itinéraires techniques respectueux de l'environnement ont été testés et validés avant d'être proposés aux agriculteurs.

Les bananiers introduits sont des hybrides produits par le CIRAD en Guadeloupe, ils sont résistants aux cercosporioses (maladie des raies noires qui détruit les feuilles des bananiers). Conduits sans pesticide, nous avons démontré la faisabilité de ces itinéraires respectueux de l'environnement. La qualité des fruits est appréciée par les consommateurs.

Dans le cadre de ce programme, le CIRAD invite tous les acteurs à une après-midi de visite des parcelles et de discussions. Ce sera le **jeudi 29 novembre** à partir de 14h sur la station de la Pointe Combi à Sinnamary. Venez nombreux

Contact : **Bernard DOLE** (CIRAD)
bernard.dole@cirad.fr



© M. Cobigo / PNRC

Ecologie et biologie

Botanique

Le Cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est une plante de l'ordre des Malvales originaire des forêts néotropicales comme le Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) ou le Cacao rivière (*Pachira aquatica*). Il fait partie de la famille des Malvacées. A l'état naturel, les cacaoyers sont répartis en 10 groupes génétiques. Les cacaoyers cultivés sont constitués de trois « variétés » : Criollo, Forastero et Trinitario, qui est un croisement d'origine humaine entre Criollo et Forastero (cf. pages 4 et 5). Le cacaoyer est un arbre atteignant 25 mètres de haut à l'état naturel. Il est cauliflore, c'est à dire que les fleurs et fruits sont à même le tronc et les branches.

Répartition naturelle

Le Cacaoyer (*Theobroma cacao*) est une plante originaire de la zone intertropicale des Amériques. L'aire de répartition naturelle inclut toute la région du bassin amazonien. En Amérique centrale et les Caraïbes il est présent à la suite d'une domestication de la plante au fil des siècles par les peuples autochtones.

La présence d'une « forêt de cacaoyers » a été décrite par des explorateurs français au début du 18^{ème} siècle dans les bassins versants des affluents de l'Oyapock.

Ensuite, des plantations de cacaoyers ont été établies principalement le long des fleuves Oyapock et Approuague ou dans la région de Cayenne, à partir de semences locales ou importées.

Cependant, la culture du cacao concurrencée par celle des épices (en particulier le roucou) n'a jamais connu un grand essor et a décliné progressivement. Des vestiges existent encore autour de quelques habitations et jardins.

Les recherches récentes du CIRAD ont montré la spécificité du cacao d'origine guyanaise (Groupe Guiana). Un projet d'implantation multi-local de clones sélectionnés est en cours pour juger de leur adaptabilité aux diverses conditions de la Guyane.

Un peu d'étymologie

Qu'est qu'une Chérelle ?

Le terme « Chérelle » désigne, en français, le jeune fruit du cacaoyer dont l'un des 10 groupes génétiques,



Pied de cacao en fruits

le groupe « Guiana », est originaire de Guyane. Les anglophones utilisent le terme « Cherelle », en étant persuadés que cela provient du français. L'Académie française n'avait pas connaissance de l'étymologie du terme.

En fait, d'après une théorie de l'un de nous (P. Lachenaud), validée par le Service du Dictionnaire de l'Académie française (Patrick Vannier), le terme viendrait de l'espagnol du Venezuela, « Chirel », qui désigne un type de poivron (*Capsicum* sp.).

Le terme « Chirel » n'existe pas dans le dictionnaire de l'Académie Royale Espagnole (où pourtant figurent de très nombreux « Américanismes »). Les hispanophones utilisent « mazorquita » (= « petite cabosse »)

En cherchant « ají chirel » dans Internet, on peut trouver de nombreuses images montrant bien la forme du poivron, qui est identique à celle d'une chérelle.

(par exemple : www.revistadominical.com.ve/noticias/salud-y-belleza/si-comes-aji-picante-te-gustan-los-riesgos.aspx).

Mais quelques chercheurs vénézuéliens utilisaient systématiquement « chireles » pour « chérelles ». Ainsi, Reyes *et al.* ont publié en 1969 : Observaciones sobre el marchitamiento de los chireles del cacao (H. Reyes-E, L.C. de Reyes, G. Armas-P).

On peut donc supposer que les premiers français à découvrir le cacaoyer l'ont découvert au Venezuela,

très proche des Antilles et de la Guyane, et ont adopté le terme en le francisant (et en le « féminisant »).

Transformation

Après leur récolte, les fruits du cacaoyer, les cabosses, sont ouvertes manuellement pour en extraire la quarantaine de graines qu'elles contiennent. En forme d'amande, entourées d'une pulpe sucrée abondante appelée mucilage, les graines sont alors rassemblées dans de grosses caisses de bois ou en tas pour «fermenter» pendant une petite semaine. En fait c'est uniquement la pulpe qui fermente, mais sous cette action, des transformations à l'intérieur des graines conduisent à l'arôme du cacao. Des arômes supplémentaires (floral, fruité, boisé, épicé...) peuvent aussi provenir de la variété, du terroir ou des micro-organismes responsables de la fermentation.

Les graines sont ensuite séchées, le plus souvent au soleil, afin de les conserver. Elles deviennent des fèves de cacao marchand, expédiées vers les chocolateries pour y être transformées en chocolat.

Arrivé dans les chocolateries, le cacao est nettoyé puis immédiatement torréfié pendant une demi-heure à environ 120°C. L'arôme chocolat apparaît à ce moment-là. Après la torréfaction, les fèves sont grossièrement concassées, les coques sont éliminées, puis les morceaux de fèves -le gruë- est trituré, broyé et fondu. C'est la « Masse de cacao ».

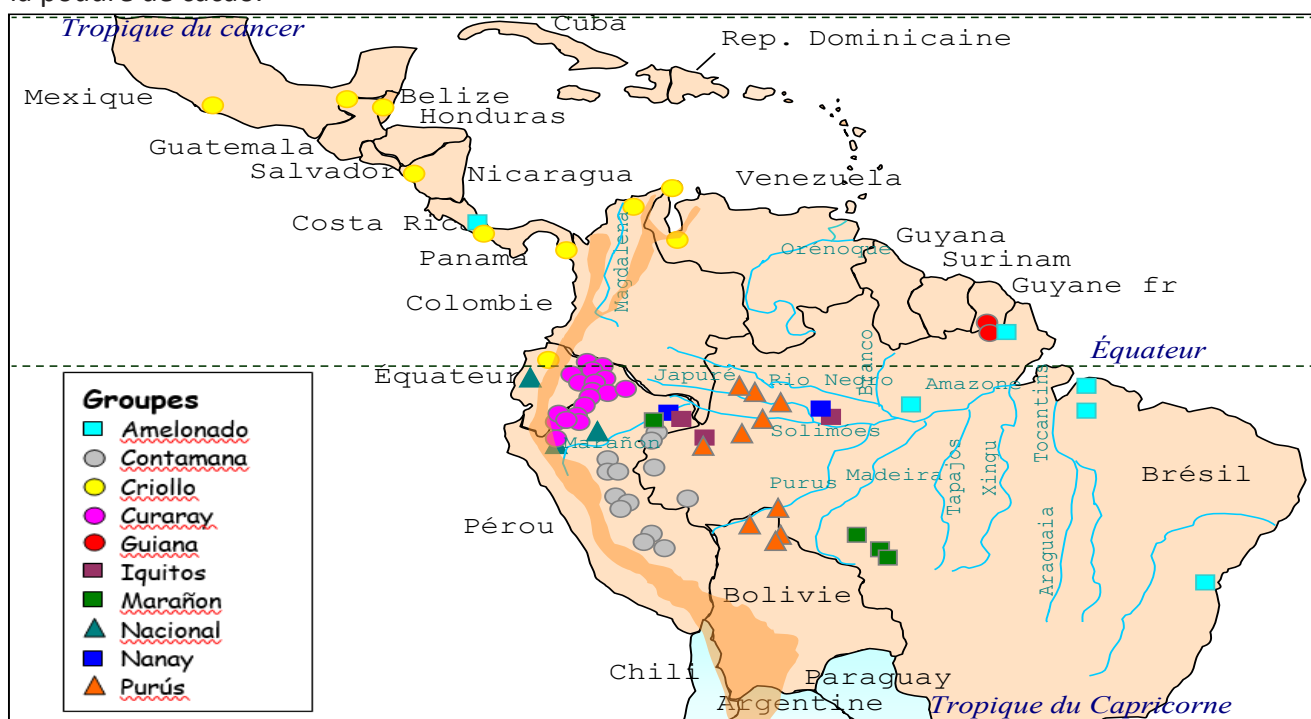
Les moins bonnes masses sont pressées pour en extraire le beurre de cacao, solide gras et jaune qui est désodorisé. Le reste, dégraissé, est finement broyé pour donner la poudre de cacao.



En haut : Fleurs de cacaoyer

En bas : Cabosses à deux niveaux de maturité

En médaillon : Chérille (jeune cabosse)



Localisation des dix groupes génétiques cultivés en Amérique du Sud et Centrale

Les meilleures masses sont mélangées à une quantité variable de sucre pour faire du chocolat au lait ou à de la poudre de lait. Le mélange est raffiné pour réduire la taille de ses particules à moins de 20 microns. Puis vient le conchage, malaxage vigoureux à 60 degrés Celsius qui dure de 1 à 3 jours.

Durant le conchage le beurre de cacao issu du pressage est ajouté et le chocolat acquiert son fondant et sa subtilité. Il reste à tempérer le chocolat pour amorcer la bonne cristallisation du beurre de cacao, puis à le mouler et à le refroidir avant de l'emballer.

Utilisations

Gastronomie

Les chocolats issus de cacao d'origine bien précise sont recherchés : cacaos de pays, de région, voire de plantation ou d'hacienda. Ils apportent des émotions sans cesse renouvelées : des notes de fruits, de fleurs, de caramel, de compote, de noisettes... pour les cacaos d'Amérique et des Caraïbes ; des arômes nettement chocolatés, parfois fruités, pour les cacaos africains ; des notes très fruitées et acidulées pour les cacaos malgaches ; des goûts d'épices, de fruits secs, de miel, de caramel... pour les cacaos asiatiques. De tels chocolats sont proposés en tablettes d'origine, mais aussi en ganaches et bonbons chocolatés. Les grands pâtisseries et les chefs de renom les utilisent, pas seulement pour des mets sucrés, mais aussi dans les plats salés. Aujourd'hui, le chocolat « à la française » est une référence mondialement reconnue.



Fèves séchées en sac prêt à l'export

Cosmétique

Une autre utilisation, plus rare, du cacao est la pharmacie et la cosmétique. En effet, c'est le beurre de cacao, qui à un point de fusion de 34°C est utilisé comme support pour des suppositoires ou des rouges à lèvres. Mais le beurre de cacao est une matière première chère et des substituts synthétiques lui sont désormais préférés, sauf pour des produits « bio ».



Culture de Cacao en agroforesterie



De la cabosse de cacao à la tablette de chocolat

Santé

Le chocolat est une source de bienfaits nutritionnels. C'est d'abord un aliment énergétique sous un faible volume (550 kcal pour 100g). Ses polyphénols en font un des principaux aliments antioxydants : il ralentit le vieillissement des cellules et certains risques de cancer. Grâce à sa composition en acides gras, le beurre de cacao est un solvant du cholestérol et participe à son élimination. Le chocolat possède une richesse en oligo-éléments qui couvre une grande partie des besoins journaliers. Grâce à la caféine et surtout la théobromine qu'il contient, c'est un aliment stimulant et bronchodilatateur. Enfin, ses endorphines, associées au magnésium, en font un antidépresseur reconnu.

Mais pour bénéficier de tous ces bienfaits, il faudrait consommer plusieurs centaines de grammes de chocolat par jour. Ce n'est pas recommandé, trois ou quatre carrés sont plus raisonnables. Par contre, une consommation régulière, depuis l'enfance, peut effectivement présenter des bénéfices pour la santé. D'ailleurs, depuis les temps précolombiens, jusqu'aux plus récentes recherches, un faisceau d'études scientifiques, chimiques, biochimiques, médicales, cliniques, pharmacologiques, épidémiologiques, converge à travers le temps vers la reconnaissance du chocolat -ou plutôt du cacao- comme source de bienfaits pour la nutrition et la santé humaine.

Constituants du cacao pour 100g en poudre

Composant	Quantité
Eau	3 g
Protides	18 - 22 g
Lipides	25 - 30 g
Glucides	40 g
Calories	500 cal

La filière guyanaise

Les producteurs locaux

Actuellement quatre producteurs de cacao sont présents en Guyane. Il s'agit de :

- Cacao d'Amazonie de M. Olivier Dummett à Régina
- Theobroma de Mme Drupa Angenieux à Saint-Laurent du Maroni
- Coeur de Saül de M. Didier Rostain à Saül
- Walapulu de M. Yves Delecroix à Rémire-Montjoly.

Retrouvez leurs coordonnées auprès du PNRG.

Les cacaoyers de la Pointe Combi

Situé sur la commune de Sinnamary, la station du CIRAD de Paracou-Combi est dédiée à la recherche sur plusieurs plantes pérennes, dont le cacaoyer. Le dispositif comporte des collections de cacaoyers introduits depuis des centres de recherche internationaux (prospections d'arbres spontanés, variétés cultivées ou issues de programme d'amélioration) et des parcelles consacrées aux cacaoyers locaux : soit récoltés dans d'anciennes plantations établies en Guyane, soit lors d'expéditions scientifiques menées par le CIRAD depuis les années 1980 dans les bassins versants de l'Oyapock (Camopi, Yaloupi, Euleupousing, Kerindioutou) et du Tampok.

Les principales recherches menées en Guyane ont porté sur la caractérisation morpho-agronomique du matériel végétal collecté (caractéristiques phénotypiques des cabosses, des fleurs, des graines et résistance aux maladies). Les analyses de l'ADN ont confirmé la spécificité des cacaoyers originaires de Guyane (groupe Guiana). Les résultats des recherches ont abouti à une liste de 8 clones qui pourraient être diffusées auprès d'agriculteurs tentés par la cacaoculture (D. Clément et P. Lachenaud - 2018 - Liste des clones de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) spontanés pré-sélectionnés « candidats élites »). Une micro-chocolaterie a aussi été mise en place pour tester la qualité du chocolat produit et proposer une formation aux candidats transformateurs du territoire.

Calcium	100 - 120 mg
Magnesium	400 - 500 mg
Potassium	1500 mg
Phosphore	650 mg
Zinc	3,5 mg
Fer	10 - 12 mg
Théobromine	2300 mg
Caféine	68 mg
Vitamine B1	0,13 mg
Vitamine B2	0,40 mg
Vitamine B3	2,70 mg
Vitamine B6	0,14 mg
Vitamine B9	0,038 mg

L'écorce d'essences amazoniennes (ou guyanaises) sources de biomolécules d'intérêt pour le secteur cosmétique

Ne pouvant se déplacer, les arbres sont bien équipés pour se défendre contre les agressions de micro-organismes, d'insectes ou même de mammifères. L'écorce, tout comme la peau de l'homme, constitue une première barrière de protection de l'arbre. Elle joue le rôle de barrière physique mais elle est aussi riche en molécules diverses qui constituent un moyen de défense efficace. Certaines de ces molécules sont d'excellents antioxydants, propriété très recherchée par le secteur cosmétique pour lutter notamment contre le vieillissement de la peau. De ce constat est né le projet Valorextr@ct : pourquoi ne pas utiliser l'écorce d'essence guyanaises, comme source de molécules d'intérêt pour le secteur cosmétique. Financé par les fonds européens FEDER, ce projet vise à valoriser ces écorces, qui jusqu'alors ne sont pas utilisées alors qu'elles pourraient devenir des ingrédients cosmétiques. Ce projet vise à la fois à valoriser la biodiversité de la forêt guyanaise tout en s'inscrivant dans une démarche d'économie circulaire.



Chef de projet : **Nadine AMUSANT** – CIRAD
nadine.amusant@cirad.fr



Colloque universitaire

Les matériaux locaux de construction

Troisième édition des Journées des matériaux locaux de construction

Pour la 3ème année, un colloque universitaire intitulé « Les journées des matériaux locaux de construction » s'est tenu les 11 et 12 octobre 2018 à l'Université de Guyane en partenariat avec l'ADEME. Ouvert aux entreprises et étudiants, il a permis de nombreuses interventions : Université, ADEME, CCIG, CTBF, CTG, B2TG, architectes, CERC BTP, STEELCASE, EIFFAGE, la Banque des Territoires, ARGOS... ainsi que des visites de bâtiments remarquables qui ont connu une forte affluence : la Maison de la Forêt et du Bois de Guyane (MFBG) et l'Institut Médico Educatif (IME).

L'enjeu du colloque était non seulement de faire le point sur la filière mais aussi de mettre en avant les opportunités en terme économique et d'emplois.

Certes les filières locales s'organisent mais pour être effectivement retenues en phase d'appel d'offre, il faut respecter les coûts et délais, normes et réglementation. Sur le plan environnemental, il faut considérer la solution constructive dans son ensemble. On peut s'appuyer sur le « Guide des matériaux et équipements de Guyane » de l'ADEME téléchargeable sur www.aquaa.fr. Citons aussi le MOOC Construction durable en zone intertropicale (gratuit) sur : www.mooc-batiment-durable.fr

Ont été présenté : l'indice roche d'un produit, les fondamentaux de l'économie circulaire, la filière bois ainsi que les marchés à conquérir comme la fabrication de panneaux, les éco matériaux bio et géo-sourcés à envisager : chanvre, bambou, sargasse, etc., les initiatives comme le recyclage des emballages en polystyrène reconditionnés en isolant, les 1600 T/an de verre incorporés dans les enrobés routiers. De l'historique des briqueteries en Guyane, a été présentée la nouvelle dynamique autour de la brique. La fabrication du ciment porte aussi des opportunités de recherche vers des alternatives plus durables.

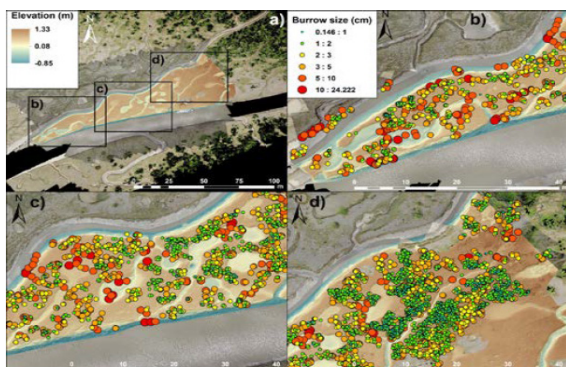
Pour conclure, l'ADEME a invité les acteurs du bâtiment à contribuer à son appel à projets sur l'économie circulaire.

Plus d'informations sur : www.univ-guyane.fr

Du côté des espaces protégés

Le projet Biogéomorphologie à la Réserve Naturelle Nationale de l'Amana

Le projet « Biogéomorphologie » propose de concevoir et mettre en œuvre un protocole d'étude multi-paramètres de la dynamique des vasières en Guyane avec une couverture spatiale permettant une analyse à l'échelle d'un site entier, facilement reproductible et qui dégrade peu la surface de l'objet d'étude. L'imagerie classique et hyper-spectrale par drone est utilisée à ces fins. Le projet reprend la méthodologie de reconstruction 3D haute résolution des vasières intertidales par photogrammétrie SfM par drone, méthodologie développée avec succès dans le cadre du projet PIG Mangrove-Lab, et développera l'utilisation innovante de l'imagerie hyper-spectrale par drone afin de cartographier avec précision les processus bio-géomorphologiques de surface. Ce projet s'est appuyé donc sur l'expertise en photogrammétrie et télédétection par drone du LGO (Delacourt et al., 2009, Jaud et al., 2016) et du CEREGE (Brunier et al., 2016, Fleury et al., 2016) pour produire une cartographie haute résolution de la géomorphologie et de la radiométrie de la vasière (chenaux et formes d'effondrement) et des structures de bioturbation (biofilm, terriers et sédiments fraîchement remaniés par les crabes). Cette cartographie a été reproduite plusieurs fois à l'échelle d'une semaine de terrain afin d'appréhender les relations entre l'évolution des morphologies de l'objet et la dynamique des communautés benthiques (microphytobenthos et macrofaune). Ce projet fait suite au projet « Mangrove Lab », financé en 2015, qui avait initié la caractérisation des processus géomorphologiques en interaction avec les activités de bioturbation par photogrammétrie.



Visualisation de la distribution des terriers de crabes de différentes tailles d'ouverture en fonction de l'élévation.

Emma MICHAUD



Suivi des populations de l'Anomaloglosse de Blanc, espèce rare en voie de disparition

A l'occasion de la venue d'un étudiant du BTS GPN de Matiti à partir du mois de novembre, l'équipe de la réserve naturelle régionale Trésor procédera au suivi annuel de sa population d'Anomaloglosse de Blanc (*Anomaloglossus blanci*).

Cette petite grenouille ripicole (vivant exclusivement sur les bords des petits cours d'eau forestiers), tout juste officiellement décrite (2018), est une des rares espèces d'amphibiens endémiques de Guyane d'où elle n'est connue que d'un petit quart Nord-Est du département. A cette particularité s'ajoutent les observations rapportées par les experts en herpétologie qui concordent toutes vers une inquiétante chute des effectifs dans les populations connues aboutissant semble-t-il ponctuellement à des extinctions locales. Il est donc impératif aujourd'hui de mettre en place des études sur cette espèce pour, tenter de comprendre les causes de sa disparition dans un premier temps (changements climatiques, pollutions, maladies émergentes, ...).

Contact : **Réserve Naturelle Régionale Trésor**

Site internet : www.reserve-tresor.fr



Anomaloglossus blanci

Comité de lecture : G. PREVOT, N. AMUSANT, S. TRAISSAC, J-C. ROGGY, R. COVIS

Comité de rédaction : P. GOMBAULD, N. AMUSANT, G. PREVOT, P. LACHENAUD, M. BAREL, M. COBIGO, B. VILLETTE, B. DOLE

Conception graphique : M. COBIGO

© B. Villette / RNR Trésor

Liste des clones de cacaoyers spontanés de Guyane (*Theobroma cacao* L.) pré-sélectionnés « candidats-élites ».

Les Auteurs

Didier CLEMENT (a) et Philippe LACHENAUD (b)



(a) - CIRAD, Bios - UMR AGAP, TA A-108/03 Avenue Agropolis - 34398 Montpellier Cedex 5, France. Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France. didier.clement@cirad.

(b) - Ex CIRAD, UPR Bioagresseurs, F-34398 Montpellier, France. Bioagresseurs, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France. philippe.lachenaud@cirad.fr

La collection de cacaoyers spontanés guyanais, issue de prospections dans le sud-est de la Guyane, représente environ 225 accessions conservées actuellement au Centre de Ressources Biologiques-Plantes Pérennes en Guyane (CRB-PPG) de la station CIRAD de Paracou-Combi, à Sinnamary. 181 clones de cacaoyers spontanés ont été génotypés selon une approche GBS (Genotyping By Sequencing = Génotypage par séquençage). Ces clones constituent une représentation quasi-exhaustive des différentes sous-populations collectées entre 1985 et 1995 et sont phénotypiquement bien décrits (Lachenaud et al. 2005 ; Lachenaud et al. 2007 ; Lachenaud 2015). Le « génotypage haut débit » a été réalisé avec la technologie DArTseq (Diversity Arrays Technology Sequencing) mettant en évidence des marqueurs génétiques SNPs (single-nucleotide polymorphism = polymorphisme d'un seul nucléotide).

A partir des données phénotypiques obtenues sur les 181 cacaoyers spontanés, une détection de QTLs (Quantitative Traits loci = locus de caractères quantitatifs) par GWAS (Genome Wide Association Study = Etude d'association pangénomique) a permis de mettre en évidence des SNPs significativement associés à la résistance à *Phytophthora capsici* (quantifiée à partir de tests d'inoculations sur feuille, au laboratoire) et à la production potentielle. Le QTL de résistance à *P. capsici* est co-localisé avec des QTLs de résistance à d'autres *Phytophthora* détectés dans d'autres populations de cacaoyers.

Parallèlement, une étude par sélection génomique (SG) a permis d'estimer les GEBV (Genetic Estimation Breeding Value = valeur génomique estimée) et les valeurs phénotypiques probables pour certains individus ayant seulement été génotypés. Les résultats obtenus avec les analyses GWAS et SG permettent d'apporter de nouveaux éléments pour préciser l'identification des clones guyanais spontanés à considérer comme « candidats-élites », à planter en confirmation participative chez des planteurs guyanais, et comme géniteurs potentiels à utiliser dans un éventuel programme d'amélioration génétique du cacaoyer en Guyane.

Les données phénotypiques ont été acquises directement sur les ortets (un ortet = un pied-mère candidat « tête de clone ») et non sur des plants greffés (pour lesquels le porte-greffe pourrait avoir une influence inconnue) pour des descripteurs (de fruits, de fleurs, de graines), des critères de production (poids de cabosse, poids de fèves fraîches, production potentielle...). L'évaluation de la résistance à la maladie de la pourriture brune causée par deux espèces de *Phytophthora* (*capsici* (ou *tropicalis*) et *palmivora*) a été obtenue à partir d'inoculations faites au laboratoire sur feuilles cueillies sur des plants greffés.

Les données phénotypiques ont été acquises entre 1990 et 2014 (Projets FIC¹, FIRC², FEDER³ « Dicacao ») et les données de génotypage haut-débit en 2014 (Projet FEDER « Dicacao »). Les données de génotypage et les analyses statistiques sont décrites en détail dans un article scientifique à paraître (Clément et al., à paraître).

Détection de QTLs par GWAS.

Les résultats ne mettent en évidence des QTLs que pour la résistance à *Phytophthora capsici* et pour la production potentielle.

- QTL lié à résistance à *Phytophthora capsici*.

La pré-sélection phénotypique de « clones-élites », réalisée en 2014, se retrouve bien dans la classe des individus estimés comme résistants dans l'analyse par GWAS. Seul le génotype pré-sélectionné GU 285 B (codé 141) figure dans les individus sensibles. Par ailleurs le génotype GU276 A (codé 37), qui était un candidat potentiel, est maintenant bien intégré dans la liste des clones « candidats-élites ».

- QTL lié à la production potentielle.

L'analyse a permis de mettre en évidence des QTLs significatifs liés à la production potentielle. Il n'est toutefois pas possible d'établir un lien simple entre un type d'allèle et la production potentielle pour un SNP, ou un groupe de SNPs, donné(s). Le cas intéressant est celui du génotype GU143 C (codé 105) qui affiche le plus fort potentiel de production et qui présente systématiquement pour chacun des SNPs significatifs une forme allélique différente de tous les autres génotypes. On pourrait penser que la forme allélique que l'on rencontre pour chaque SNPS dans le génotype de GU 143 C serait celle qui apporterait la meilleure expression de production et donc celle qu'il faudrait utiliser dans une approche de SAM (« Sélection Assistée par Marqueurs »). Toutefois, ce clone ne peut être intégré dans la liste des « candidats-élites » car ses caractérisations de graines sont manquantes.

Evaluation de l'approche « sélection génomique »

Une approche de la sélection génomique a été réalisée afin de tester la précision qu'elle pourrait apporter, c'est-à-dire mettre en évidence une bonne corrélation entre les GEBV et les valeurs phénotypiques. Les populations de 181 et 165 cacaoyers spontanés, respectivement phénotypés pour la résistance à *Phytophthora* et pour la production potentielle, ont donc été analysées en SG. La conclusion est que la SG, dans nos conditions, c'est-à-dire celle où nous ne considérons que les cacaoyers spontanés de Guyane, apporte une aide partielle pour l'estimation de la production potentielle de clones qui n'ont pas été phénotypés et n'est pas utilisable dans la sélection vis-à-vis de la résistance à *P. capsici*.

¹ FIC = Fonds Interministériel Caraïbes

² FIRC = Fonds Institutionnel de développement de la Recherche et de la Création

³ FEDER = Fonds Européen de Développement Régional

Liste des clones « Candidats-Elites »

Finalement, la liste établie à partir des données phénotypiques, et comportant des clones « bons dans tous les domaines agronomiques » n'a été que peu modifiée par les études génétiques. Cette liste est la suivante :

Clone	Code
GU 134 B	6
GU 139 A	7
GU 266 A	33
GU 276 A	37
GU 285 A	41
GU 315 A	45
GU 325 A	47
ELP 20 A	59



Crédit photos : Philippe LACHENAUD

Références

- Lachenaud, Ph., O. Sounigo & B. Sallée. 2005. Les cacaoyers spontanés de Guyane française : état des recherches. Acta Botanica Gallica 152 (3), 325 – 346.
- Lachenaud, Ph., Paulin, D., Ducamp, M. & Thevenin, J.-M. 2007. Twenty years of agronomic evaluation of wild cocoa trees (*Theobroma cacao* L.) from French Guiana. Scientia Horticulturae 113 (4): 313-321.
- Lachenaud, Ph. 2015. Wild cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in French Guiana. Academic Journal of Suriname 6, 555-560.

